

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

EP 22206

(2)



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 197 23 069 C 1**

⑲ Aktenzeichen: 197 23 069.5-52  
⑳ Anmeldetag: 2. 6. 97  
㉑ Offenlegungstag: -  
㉒ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 22. 10. 98

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 C 9/10**  
G 01 C 9/18  
G 01 D 5/20  
G 01 D 5/25  
G 01 C 9/06  
B 60 R 25/00  
B 60 R 25/10

**DE 197 23 069 C 1**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑲ Patentinhaber:  
Siemens AG, 80333 München, DE

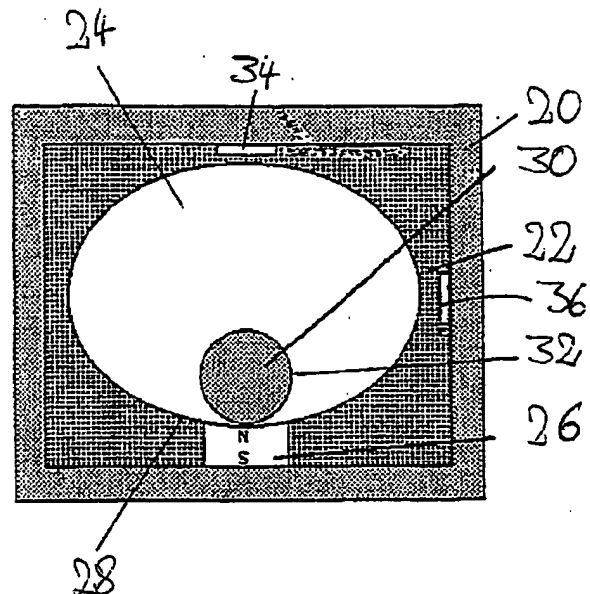
⑲ Erfinder:  
Glehr, Manfred, 93073 Neutraubling, DE

⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE	38 09 126 A1
DD	2 27 232 A1
FR	27 14 349
US	46 56 458

⑤ **Neigungswinkelsensor, insbesondere zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug**

⑤ Ein Neigungswinkelsensor insbesondere zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug enthält ein an einem Gehäuse (20) angebrachtes Bauteil (22) mit einer nach oben konvexen Bodenfläche (28) und eine auf der Bodenfläche rollbare Kugel (30). In einer Ausführungsform des Neigungswinkelsensors ist ein Kontakt vorgesehen, der bei Auslenkung der Kugel aus einer vorbestimmten tiefsten Stelle der Bodenfläche betätigt wird. Weiter ist das mit der konvexen Bodenfläche ausgebildete Bauteil schwimmend in dem Gehäuse gelagert und derart ausgebildet, daß sein Schwerpunkt mit der vorbestimmten tiefsten Stelle zusammenfällt. Bei einer anderen Ausführungsform ist eine Vorrichtung zur Erfassung von Lageänderungen der Kugel (30) vorgesehen, die wenigstens einen berührungsfrei arbeitenden Sensor (34, 36) enthält, dessen Ausgangssignal von der Lage abhängt, die die Kugel auf der Bodenfläche einnimmt.



**DE 197 23 069 C 1**

Die Erfindung betrifft einen Neigungswinkelsensor, insbesondere zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 8 bzw. des Anspruchs 14.

Insbesondere zur Verhinderung des Diebstahls von Kraftfahrzeugen oder von deren Teilen kommt Neigungswinkelsensoren eine steigende Bedeutung zu. Wird ein geparktes Fahrzeug beispielsweise abgeschleppt, so wird im allgemeinen eine Achse angehoben, wodurch sich die Fahrzeugneigung verändert. Wird ein Rad abmontiert, so verändert sich ebenfalls die Fahrzeugneigung. Auch das Inbewegungsetzen eines Fahrzeugs kann mit einem Neigungswinkelsensor erfaßt werden, da eine Fahrzeugbeschleunigung auf einen Neigungswinkelsensor ähnlich wirkt wie eine Neigungsveränderung.

Aus der DE 38 09 126 A1 ist ein Neigungswinkelsensor bekannt, bei dem eine Kugel auf einer konkaven Bodenfläche rollt, wenn sich die Neigung der Bodenfläche verändert. Das Rollen der Kugel, die aus ferromagnetischem Material besteht, wird mittels einer ringförmigen Magnetspule erfaßt, die unterhalb der Bodenfläche angeordnet ist. Eine Eigenart dieser bekannten Vorrichtung liegt darin, daß nur Bewegungen der Kugel erfaßt werden können, d. h. bei einer Neigungsveränderung kommt es lediglich zu einer kurzzeitigen Signalerzeugung.

Aus der DD 2 27 232 A1 ist ein optoelektronischer Neigungswinkelmessers bekannt, bei dem eine durchsichtige Kugel auf einer konkaven Bodenwand aus optisch gleichem Material wie die Kugel rollbar ist. Unterhalb der Bodenwand befindet sich eine optische Sensoreinrichtung in Form einer etwa parallel mit der Bodenwand verlaufenden CCD-Matrix. Über der Kugel befindet sich in einem Abstand eine Streuscheibe, oberhalb der zur Beleuchtung LED's angeordnet sind. Der Raum, in der sich die Kugel bewegt, ist mit Dämpfungsflüssigkeit gefüllt. Die Geometrien und optischen Eigenschaften sind derart gewählt, daß die Kugel die LED's insgesamt möglichst jeweils auf ein unter ihr befindliches Element der CCD-Matrix abbildet. Der Neigungswinkelmessers ist wegen der Vielzahl der benötigten LED's und der CCD-Matrix in seinem Aufbau insgesamt verhältnismäßig kompliziert.

Aus der US-4,656,458 ist ein Bewegungssensor bekannt, bei dem eine Kugel auf einer nach oben konkaven Bodenfläche abrollen kann. Die Kugel kann mittels eines Elektromagneten auf der Bodenfläche stillgesetzt werden. Bei freigegebener Kugel bewegt sich die Kugel relativ zu der Bodenfläche, wenn die Bodenfläche bewegt wird. Die Bewegung der Kugel auf der Bodenfläche wird mittels eines piezoelektrischen Sensors erfaßt, deren Ausgangssignal an eine Auswerterschaltung weitergegeben wird. Eine Eigenart dieses vorbekannten Bewegungssensors liegt ebenfalls darin, daß nur Bewegungen der Kugel relativ zur Bodenfläche erfaßt werden können.

Aus der FR-A-2714349 ist ein in einer Diebstahlwarenanlage eines Kraftfahrzeugs eingesetzter Neigungswinkelsensor bekannt, der eine nach oben konkave Bodenfläche aufweist, die eine Quecksilberkugel trägt. Wird die Bodenfläche geneigt, so bewegt sich die Quecksilberkugel gegen einen seitlichen Kontakt, wodurch ein Alarm ausgelöst werden kann. Die gesamte Anordnung aus konkaver Bodenfläche, Quecksilberkugel und Kontakt ist kardanisch aufgehängt, so daß dauerhafte Neigungsänderungen, beispielsweise schräges Parken eines Fahrzeugs, von kurzzeitigen Neigungsänderungen unterschieden werden können. Insgesamt ist die bekannte Anordnung verhältnismäßig aufwendig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Neigungswinkelsensor, insbesondere zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug, zu schaffen, der bei einfachem Aufbau eine sichere Erkennung der Änderung eines Neigungswinkels des Kraftfahrzeugs bzw. eines Gerätes, an dem der Neigungswinkelsensor angebracht ist, oder einer Inbetriebsetzung des Kraftfahrzeugs bzw. des Gerätes ermöglicht.

Eine erste Lösung der Erfindungsaufgabe ist im Anspruch 1 gekennzeichnet. Der Neigungswinkelsensor gemäß dem Anspruch 1 ist außerordentlich einfach aufgebaut und gestattet durch die schwimmende Lagerung des mit der konkaven Bodenfläche ausgebildeten Bauteils innerhalb des Gehäuses in wohldefinierter Weise eine Unterscheidung zwischen kurzzeitigen Neigungswinkeländerungen des Gehäuses oder Beschleunigungen des Gehäuses und langfristig fortdauernden Vorgängen.

Die Unteransprüche 2 bis 7 sind auf vorteilhafte Weiterbildungen des Neigungswinkelsensors gemäß dem Anspruch 1 gerichtet.

Der grundsätzliche Aufbau eines weiteren, magnetisch arbeitenden Neigungswinkelsensors zur Lösung der Erfindungsaufgabe ist im Anspruch 8 gekennzeichnet. Die Unteransprüche 9 bis 13 sind auf Weiterbildungen dieses Neigungswinkelsensors gerichtet.

Der Anspruch 14 kennzeichnet eine weitere Ausführungsform eines Neigungswinkelsensors, der optisch arbeitet. Die Unteransprüche 15 und 16 sind auf vorteilhafte Weiterbildungen des optischen Neigungswinkelsensors gerichtet.

Gemäß dem Anspruch 17 kann die Kugel innerhalb eines mit Dämpfungsflüssigkeit gefüllten Hohlraums angeordnet sein, wodurch die dynamische Empfindlichkeit des Neigungswinkelsensors gezielt beeinflußt werden kann.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand schematischer Zeichnungen beispielsweise und mit weiteren Einzelheiten erläutert.

Es stellen dar:

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine erste Ausführungsform eines Neigungswinkelsensors,

Fig. 2 einen Querschnitt durch eine zweite Ausführungsform eines Neigungswinkelsensors, der Magnetfeldänderungen zur Neigungswinkelsensierung verwendet,

Fig. 3 eine schematische Aufsicht auf die Sensoranordnung des Neigungswinkelsensors gemäß Fig. 2,

Fig. 4 einen Querschnitt durch eine dritte Ausführungsform eines Neigungswinkelsensors, der mittels optischer Effekte arbeitet,

Fig. 5 eine Aufsicht auf die Sensoranordnung gemäß Fig. 4 und

Fig. 6 eine dritte Ausführungsform eines Neigungswinkelsensors, der besonders kompakt ausgebildet werden kann und in einfacher Weise an eine Auswerterschaltung anschließbar ist.

Gemäß Fig. 1 weist ein Neigungswinkelsensor ein Gehäuse 2 auf, innerhalb dessen ein kugelförmiger Hohlraum 4 ausgebildet ist. In dem kugelförmigen Hohlraum 4 ist eine Kugelschale bzw. Hohlkugel 6 schwimmend gelagert, indem der Außendurchmesser der Hohlkugel 6 etwas kleiner ist als der Innendurchmesser des kugelförmigen Hohlraums 4 und

in dem entstehenden kugelschalenförmigen Zwischenraum, Dämpfungsflüssigkeit 8 angeordnet ist. Die Hohlkugel 6 weist in ihrem unteren Bereich 10 nach innen hin eine elektrisch leitende Bodenfläche 14 auf und ist derart ausgebildet, daß ihr Schwerpunkt gemäß Fig. 1 an der tiefsten Stelle des unteren Bereiches 10 liegt. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, daß die Hohlkugel 6 in dem punktierten Bereich aus Kunststoff besteht und der untere Bereich 10 aus spezifisch schwererem Metall besteht. In der Hohlkugel 6 ist eine Kugel 12 angeordnet, die auf der nach innen konkaven bzw. sphärischen Bodenfläche 14 abrollen kann. Die Kugel 12 ist zumindest an ihrer Oberfläche elektrisch leitend. Konzentrisch zu einem Durchmesser des kugelförmigen Hohlraums 4, der durch den Schwerpunkt der Kugelschale 6 geht, ist ein Ringkontakt 16 angeordnet, der über die Kugel 12, wenn diese in Anlage an den Ringkontakt 16 kommt, elektrisch mit der Bodenfläche 14 der Kugelschale 6 verbunden wird, was von einer nicht dargestellten Auswerteschaltung erkannt wird.

Nicht dargestellt sind elektrische Anschlüsse des Ringkontaktes 16 und des unteren Bereiches 10.

Die Funktion der beschriebenen Vorrichtung ist folgende:

Es sei angenommen, das Gehäuse 2 ist in einem Kraftfahrzeug montiert und das Kraftfahrzeug befindet sich in einer Lage, in der die Kugel 12 die in Fig. 1 dargestellte Position einnimmt.

Wird nun beispielsweise das Kraftfahrzeug angeschleppt, einseitig angehoben oder abgesenkt, so folgt die Kugel 12 unmittelbar der Neigungsänderung bzw. der Beschleunigung und gelangt in Anlage an den Ringkontakt 16, wodurch der Ringkontakt 16 elektrisch mit dem unteren Bereich 10 verbunden wird und eine zweckentsprechende Signalauswertung zur Erzeugung beispielsweise eines Warnsignals aktiviert wird. Hält der Zustand lange an, so verdreht sich die Hohlkugel 6 relativ zum Gehäuse 2, sodaß die Kugel 12 vom Ringkontakt 16 wieder frei kommt. Mittels Auswertelogikschaltungen kann dieses wieder Freikommen unterdrückt werden, sodaß beispielsweise ein Warnsignal dauerhaft anhält.

Wird ein Fahrzeug schräg geparkt, so verdreht sich die Kugelschale 6 relativ zum Gehäuse 2, wodurch die Funktion der Anordnung bezüglich dynamischer Neigungswinkeländerungen oder kurzzeitiger Beschleunigungen von der dauerhaften Fahrzeugneigung unabhängig ist.

Es versteht sich, daß zahlreiche Abänderungen der beschriebenen Vorrichtung möglich sind:

Beispielsweise kann der Ringkontakt 16 durch einzelne Ringsegmente gebildet sein, die getrennt voneinander ausgewertet werden, sodaß die Richtung einer Neigungswinkeländerung erkennbar ist. Desweiteren kann der Kontakt 16 als Annäherungs- oder Drucksensor ausgebildet sein, sodaß nicht zwangsläufig mittels der Kugel 12 eine elektrische Verbindung zwischen dem Kontakt 16 und der Bodenfläche 14 hergestellt werden muß.

Die Kontaktierung des Ringkontakts 16 und der Bodenfläche 14 über flexible elektrische Leitungen hat den Nachteil, daß die Bewegung der Hohlkugel 6 gehemmt ist. Eine vorteilhafte Möglichkeit, zu erfassen, ob die Kugel 12 in Anlage an dem Ringkontakt 16 ist, besteht darin, den Ringkontakt 16 beispielsweise über Stege 17 unmittelbar elektrisch leitend mit der Bodenfläche 14 zu verbinden. Die Bodenfläche 14, die Stege 17 und die Kugel 12 bilden dann einen Stromkreis, der kurzgeschlossen ist, wenn die Kugel 12 am Ringkontakt 16 anliegt. Dieser Stromkreis wird als Sekundärwicklung eines Transformators benutzt, der vorteilhafterweise zwei Primärwicklungen 19 und 20 aufweist, von denen die eine 19 das Gehäuse 2 waagrecht umschließt und die andere 20 das Gehäuse senkrecht umschließt. Das Verhalten des so gebildeten Transformators hängt vom Ort der Kugel 12 ab, so daß aus den Signaleingängen und Signalausgängen der Primärspulen 19 und 20 ein Neigungssignal hergeleitet werden kann. Die Signale der beiden zueinander senkrechten Spulen 19 und 20 können getrennt ausgewertet werden, wodurch die Winkellage der Kugel 12 erfaßt werden kann. Die Signale der beiden Spulen 19 und 20 können alternativ auch gemeinsam ausgewertet werden, indem die Spulen 19 und 20 beispielsweise in Reihe geschaltet werden.

Die Hohlkugel 6 muß nicht eine vollständige Kugelschale sein; sie kann auch lediglich ein Kugelsegment sein. Der gesamte Innenraum der Hohlkugel 6 kann zusätzlich mit einer gegenüber der Dämpfungsflüssigkeit 8 vorteilhafterweise anderen Flüssigkeit gefüllt werden, wodurch eine genaue Abstimmung der Dynamik des Neigungswinkelsensors möglich ist.

Der Zusammenbau des Sensors gemäß Fig. 1 geschieht wie folgt:

Die Kugel 12, der Ringkontakt 16, der mit der elektrisch leitenden Bodenfläche 14 ausgebildete untere Bereich 10 und die Hohlkugel 6 mit einer Öffnung zum Einsetzen des unteren Bereiches 10 werden hergestellt. Bei Signalauswertung mittels eines Transformators werden der untere Bereich 10 und der Ringkontakt 16 über die Stege 17 elektrisch leitend miteinander verbunden und in die Hohlkugel 6 eingeklebt. Das Gehäuse 2 ist beispielsweise mittig geteilt, (nicht dargestellt), wobei in der Trennfuge gleichzeitig eine Einfüllöffnung für Dämpferöl ausgebildet wird. Die Hohlkugel 6 wird in eine Gehäusenhälfte eingebracht. Die beiden Gehäusenhälften werden miteinander verschweißt. Dämpferöl wird eingefüllt. Die Füllöffnung wird verschlossen. Außen um das Gehäuse werden die Wicklungen 19 und 20 angebracht.

Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Neigungswinkelsensors:

Innerhalb eines Gehäuses 20, das vorteilhafterweise aus ferromagnetischem bzw. magnetisch gut leitendem Material besteht, ist ein Körper 22 aus magnetisch nicht leitendem Material, d. h. einem Material kleiner Permeabilität bzw. der Permeabilität 1 angeordnet, der in seinem Inneren einen sphärischen oder ellipsoidförmigen Hohlraum 24 bildet. In einer in dem Körper 22 ausgebildeten Öffnung ist ein Dauermagnet 26 aufgenommen, der die Innenfläche des Hohlraums 24 bündig fortsetzt, sodaß eine konkave Bodenfläche 28 gebildet ist, auf der eine Kugel 30 aus magnetisch gut leitendem oder ferromagnetischem Material, d. h. einem Material hoher Permeabilität rollbar ist. Die Kugel 30 weist eine Oberflächenschicht 32 aus elektrisch gut leitendem Material, beispielsweise Kupfer, auf.

In dem oberen Bereich des Körpers 22 bzw. dem daran angrenzenden Bereich des Gehäuses 20 sind Magnetfeldsensoren 34 und 36 angeordnet, deren Meßrichtungen vorteilhafterweise senkrecht aufeinander stehen. Die Magnetfeldsensoren können beispielsweise unter Nutzung des Hall-Effekts arbeiten, was die Vorzugsrichtungen zuläßt. Sie sind in ihrem Aufbau an sich bekannt und werden hier deshalb nicht im einzelnen erläutert.

Die Funktion des beschriebenen Neigungswinkelsensors ist folgende:

Wenn sich die Kugel 30 bei einer Neigungswinkeländerung des Gehäuses 20 oder bei einer Beschleunigung bzw. Verzögerung des Gehäuses 20 relativ zu dem Dauermagneten 26 auf der Innenfläche des Hohlraums 24 bewegt, lenkt sie die von dem Dauermagneten 26 ausgehenden magnetischen Feldlinien in an sich bekannter Weise zu sich selbst hin ab, so-

daß das von dem Hohlraum 24 durch den Körper 22 aus magnetisch schlecht leitendem Material in das Gehäuse 20 aus magnetisch gut leitendem Material verlaufende Magnetfeld je nach Lage der Kugel 30 einen deutlich veränderten Verlauf hat. Die Magnetfeldsensoren 34 und 36 sprechen auf das Magnetfeld an, sodaß dessen Größe bzw. Änderung in einer Auswerterschaltung ermittelt werden kann.

- 5 Wird beispielsweise ein Kraftfahrzeug, in dem der Neigungswinkelsensor montiert ist, abgestellt und eine den Neigungswinkelsensor enthaltene Diebstahlwarnanlage aktiviert, so wird die Lage der Kugel 30 entsprechend dem von den Magnetfeldsensoren 34 und 36 erfaßten Magnetfeld gespeichert. In vorbestimmten Zeitabständen, beispielsweise alle 200 msec, wird das Magnetfeld erneut gemessen und aus diesen Meßergebnissen bzw. ihrer zeitlichen Änderungen wird geschlossen, ob das Auto unbefugter Weise bewegt oder angehoben wird, sodaß Alarm ausgelöst werden kann. Ein Vor-  
10 teil, den der Magnetfeldsensor gemäß Fig. 2 gegenüber dem der Fig. 1 hat, liegt darin, daß die Lage der Kugel 30 kontinuierlich erfaßt werden kann, wohingegen mit dem Neigungswinkelsensor gemäß Fig. 1 nur ein Anschlag der Kugel an den Kontakten festgestellt werden kann. Damit läßt sich eine erheblich bessere Auflösung, bzw. Meßempfindlichkeit, erzielen und es lassen sich detaillierte Informationen über die Fahrzeugmanipulationen erhalten.

- Die Oberflächenschicht 32 aus elektrisch gut leitendem Material dient zur Dämpfung des Neigungswinkelsensors, da die bei einer Bewegung der Kugel 30 entstehenden Wirbelströme deren Bewegung dämpfen. Alternativ oder zusätzlich  
15 könnte der Hohlraum 24 auch mit Dämpfungsflüssigkeit gefüllt sein.

- Es versteht sich, daß der beschriebene Neigungswinkelsensor in vielfältiger Weise abgeändert werden kann. Beispielsweise können zusätzliche Magnetfeldsensoren eingebaut werden, sodaß eine dreidimensionale Meßdatenerfassung möglich ist. Es versteht sich weiter, daß das Gehäuse 20 beispielsweise aus einem nicht dargestellten Deckel und einem Gehäusekörper zusammengesetzt sein kann, in den die gesamte weitere Anordnung eingebracht werden kann.

- Es versteht sich, daß die Anordnung gemäß Fig. 2 auch dahingehend abgeändert werden kann, daß der Dauermagnet 26 durch einen Wechselstrom erregten Magneten ersetzt wird. Die Ausgangssignale der Magnetfeldsensoren 34 und 36 hängen dann von der Lage der Kugel 30 ab, da Wirbelströme in magnetisch und elektrisch gut leitendem Material, wie beispielsweise Transformatorenblech gegenüber den Wirbelströmen in magnetisch schlecht leitendem, elektrisch gut leitendem Material, beispielsweise Kupfer, eine Phasenverschiebung haben.  
25

Für die Anordnung gemäß Fig. 1 und 2 können folgende Materialien verwendet werden:

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| Sensor gemäß Fig. 1:       |  |
| Gehäuse 2:                 | elektrisch nicht leitend, z. B. Polyamid   |
| 30 Hohlkugel 6:            | elektrisch nicht leitend, z. B. Polyamid   |
| Dämpfungsflüssigkeit 8:    | elektrisch nicht leitend, z. B. Trafoöl  |
| unterer Bereich 10:        | elektrisch gut leitend, z. B. Trafoblech IV  |
| Kugel 12:                  | elektrisch gut leitend, z. B. Kupfer.  |
| Sensor gemäß Fig. 2:       |  |
| 35 Gehäuse 20:             | magnetisch gut leitend, z. B. Trafoblech IV, Siferit T46                                     |
| Körper 22:                 | magnetisch nicht leitend, z. B. Polyamid   |
| Hohlraum 24:               | leer oder Dämpfungsflüssigkeit Trafoöl   |
| Dauermagnet 26:            | Dauermagnetlegierung oder Erregerspule mit Gleichstrom oder Erregerspule mit Wechselstrom    |
| 40 Kugel 30:               | magnetisch gut leitend, z. B. Trafoblech IV oder Siferit T46                                 |
| Magnetfeldsensoren 34, 36: | Hallelement oder magnetische Feldplatte oder kleine Empfängerspule bei Wechselstromerregung. |

Die Fig. 4 und 5 zeigen eine weitere Ausführungsform eines Neigungswinkelsensors:

- 45 Innerhalb eines Gehäuses 40, das vorteilhafterweise hermetisch geschlossen und lichtundurchlässig ist, ist ein Körper 42 aus lichtdurchlässigem Material angeordnet, der in seinem Inneren einen kugelförmigen oder ellipsoidförmigen Hohlraum 44 bildet. Im unteren Bereich des Körpers 42 ist ein Lichtschacht 46 ausgebildet, der von einer Lichtquelle 48 beleuchtet wird, sodaß Licht in das Innere des Hohlraums 44 austritt. Die an den Hohlraum grenzende Fläche des Lichtschachts 46 setzt die Innenfläche des Hohlraums 44 stetig fort, sodaß eine konkave Bodenfläche 50 gebildet ist, auf der  
50 eine Kugel 52 abrollen kann. Die Kugel 52 besteht aus einem Material mit anderen optischen Eigenschaften als das Material des Lichtschachts 46 und vorteilhafterweise auch des Inneren des Hohlraums 44, das mit Luft oder Öl gefüllt sein kann und optisch gut leitend ist. In dem Körper 42 sind drei optische Sensoren 54 aufgenommen, die als einfache Photodioden, Phototransistoren, Photowiderstände usw. ausgebildet sein können und deren Meßempfindlichkeiten zueinander senkrecht stehen, d. h. die x-, y- und z-Richtung eines Koordinatensystems abdecken. Die Ausgangssignale der Sensoren 54 werden verstärkt und beispielsweise digitalisiert, sodaß sie von einem nachgeschalteten Rechner verarbeitet werden können. Die Lichtquelle 48 kann eine oder mehrere Glühlampen oder LED's enthalten sowie ggf. ein optisches Abbildungssystem, mit dem die Kugel 52 gezielt beleuchtet werden kann.

Die Funktion des beschriebenen Neigungswinkelsensors ist folgende:

- Je nach Position der Kugel 52 relativ zur Lichtquelle 48 bzw. zum Lichtschacht 46 ändert sich die von der Kugel verursachte Lichtverteilung, die auf die Sensoren 54 gelangt. Wird ein mit dem Neigungswinkelsensor ausgerüstetes Kraftfahrzeug abgestellt und die Diebstahlwarnanlage eingeschaltet, so wird die Anfangslage der Kugel 52 entsprechend den Ausgangssignalen der Sensoren 54 gespeichert. In konstanten Zeitabständen, beispielsweise alle 200 msec, werden die Ausgangssignale der Sensoren 54, die die Lage der Kugel 52 darstellen, ausgewertet und aus den Meßergebnissen geschlossen, ob das Kraftfahrzeug bewegt bzw. geneigt wird, sodaß ggf. Alarm ausgelöst werden kann.  
65

Der Neigungswinkelsensor gemäß Fig. 4 und 5 kann in vielfältiger Weise abgeändert werden. Beispielsweise können viele optische Sensoren 54 nebeneinander angeordnet werden, beispielsweise in Form eines CCD-Arrays, wodurch eine direkte Übergabe der Ausgangssignale des CCD-Arrays in digitaler Form an einen Rechner durchführbar ist.

Die Materialien für den Sensor gemäß Fig. 4 können beispielsweise folgende sein:

Gehäuse 40:	lichtundurchlässiges Material, z. B. Polyamid gefüllt	
Körper 42:	lichtdurchlässiges Material, z. B. Polyamid klar	
Lichtschacht 46:	lichtdurchlässiges Material, geeignet für Totalreflexion zusammen mit Körper 42	5
Hohlraum 44:	lichtdurchlässig, z. B. Luft oder Trafoöl zur Dämpfung	
Kugel 52:	lichtdurchlässig, mit anderem Brechungsindex als die Umgebung, z. B. Polycarbonat.	

Fig. 6 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Neigungswinkelsensors, bei dem innerhalb eines Gehäuses 60 ein Körper 62 beispielsweise aus lichtundurchlässigem Material angeordnet ist, der in sich einen sphärischen Hohlraum 64 enthält, in dem eine Kugel 66 aus gegenüber dem Inneren des Hohlraums 64 kontrastierendem Material aufgenommen ist. In dem Körper 62, der beispielsweise zweiteilig ausgebildet ist, sind Kanäle ausgebildet, die Lichtleiterfasern 68 aufnehmen, welche unmittelbar an den Hohlraum 64 angrenzen. Drei der Lichtleiterfasern 68 sind Sensorfasern, die Licht vom Hohlraum 64 zu optischen Sensoren 70 leiten, die das durch die Lichtleiterfasern 68 hindurchgelangende Licht erfassen und in elektrische Ausgangssignale umwandeln, die an Anschlußleitungen 72 abgegriffen werden können. Eine der Lichtleiterfasern 68 dient als Beleuchtungslichtleiterfaser. Sie wird von einer Lichtquelle 74, beispielsweise von einer oder mehreren LED's beleuchtet, die über die Anschlußleitungen 76 mit Strom versorgt wird.

Die Funktion des Neigungswinkelsensors gemäß Fig. 6 ist ähnlich dem der Fig. 4. Je nach Lage der Kugel 66 erfassen die optischen Sensoren 70 unterschiedliche Lichtmengen, die zur Analyse einer Bewegung des Neigungswinkelsensors herangezogen werden.

Bei dem letztbeschriebenen Neigungswinkelsensor können alle Kanäle bzw. Lichtleiterfasern 68 in einer Ebene liegen, wodurch eine besonders einfache Herstellbarkeit gegeben ist, wenn der Körper 62 als zweiteiliges Bauteil ausgebildet ist, dessen Trennebene die Ebene der Lichtleiterfasern 68 ist. Die Anschlußleitungen 72 und 76 können unmittelbar als Anschlußstecker bzw. Stifte ausgebildet sein, die in einen Vielfachstecker einschiebbar sind, mit dem der gesamte Neigungswinkelsensor an eine elektronische Schaltung anschließbar ist.

Die Lichtquelle 74 kann beispielsweise aus drei Leuchtdioden zusammengesetzt sein, die rotes, gelbes bzw. blaues Licht senden. Entsprechend können die Sensoren 70 frequenzselektive Photoelemente sein, von denen je eines im roten, gelben bzw. blauen Längenwellenbereich besonders empfindlich ist. Mit dieser frequenzselektiven Auswertung der drei Richtungen läßt sich die Empfindlichkeit des Sensors weiter erhöhen.

Für den Sensor gemäß Fig. 6 können folgende Materialien eingesetzt werden:

Gehäuse 60:	lichtundurchlässiges Material,	
Körper 62:	lichtundurchlässiges Material,	
Hohlraum 64:	lichtdurchlässig, z. B. Luft oder Trafoöl,	
Kugel 68:	z. B. lichtundurchlässig, schattenwerfend	35
Lichtleiterfasern:	lichtleitend, z. B. Glasfasern oder Polycarbonatfasern	

Sensoren 70 und Lichtquelle 74 wie oben beschrieben.

Insbesondere die drei letztgenannten Neigungswinkelsensoren gemäß den Fig. 2, 4 und 6 eignen sich auch zum Sensieren von Fahrzeugüberschlägen oder als Sensor zum Auslösen eines oder mehrerer in einem Fahrzeug vorhandener Luftsäcke, da mit ihnen Beschleunigungen genau analysiert werden können.

#### Patentansprüche

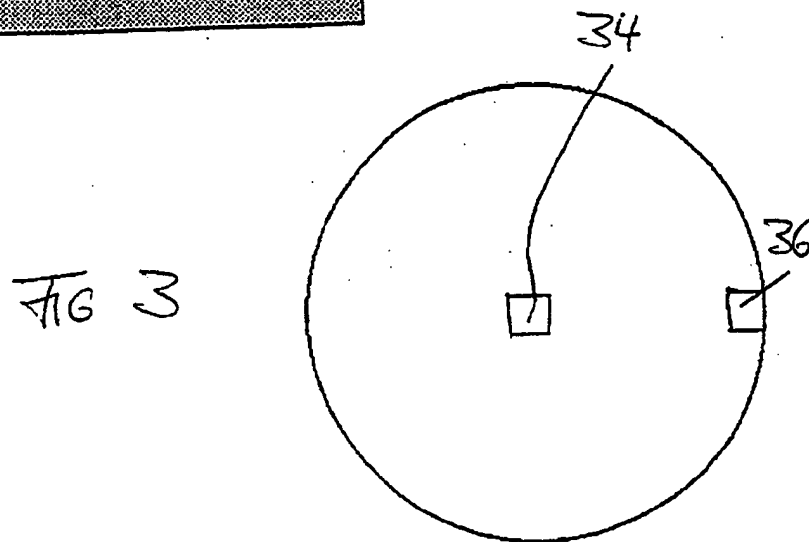
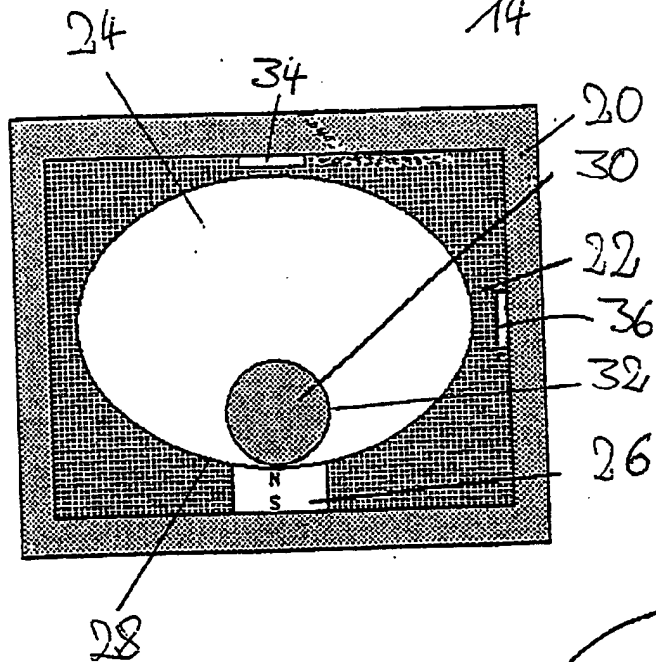
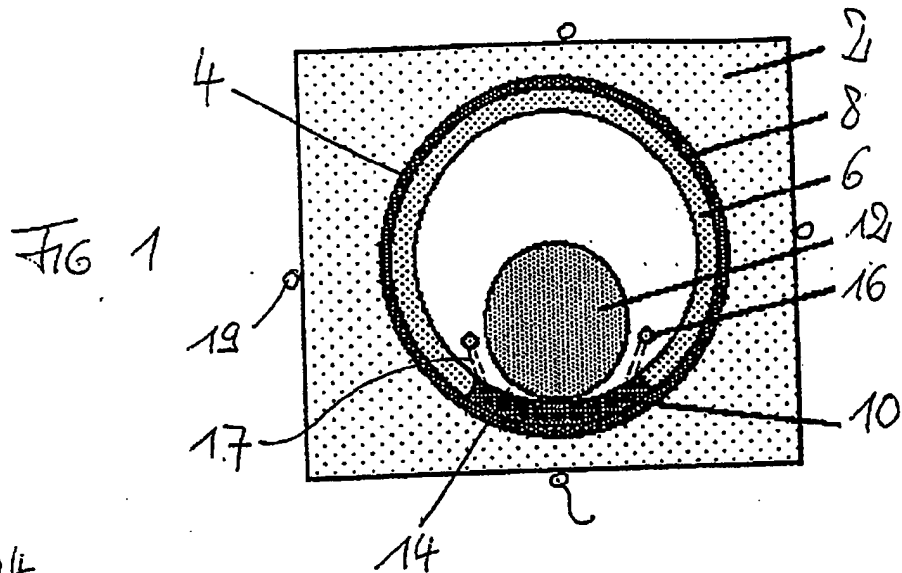
1. Neigungswinkelsensor, insbesondere zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug, enthaltend
  - ein an einem Gehäuse (2) angebrachtes Bauteil (6) mit einer nach oben konkaven Bodenfläche (14),
  - eine auf der Bodenfläche rollbare Kugel (12), welche bei in Ruhe befindlichem Gehäuse eine vorbestimmte tiefste Stelle der Bodenfläche einnimmt, und
  - wenigstens einen Kontakt (16), der bei Auslenkung der Kugel aus der vorbestimmten Stelle durch die Kugel betätigt wird,
 dadurch gekennzeichnet, daß
  - das mit der konkaven Bodenfläche (14) ausgebildete Bauteil (6) schwimmend in dem Gehäuse (2) gelagert und derart ausgebildet ist, daß sein Schwerpunkt mit der vorbestimmten, tiefsten Stelle zusammenfällt.
2. Neigungswinkelsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das mit der konkaven Bodenfläche (14) ausgebildete Bauteil eine Hohlkugel (6) ist.
3. Neigungswinkelsensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kugel (12) und die Bodenfläche (14) elektrisch leitend sind und der Kontakt (16) durch elektrische Verbindung mit der Bodenfläche betätigt wird.
4. Neigungswinkelsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Kontakt durch einen konzentrisch zu einer durch den Schwerpunkt gehenden Achse angeordneten Ringkontakt (16) gebildet ist.
5. Neigungswinkelsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Kontakt durch mehrere, konzentrisch zu einer durch den Schwerpunkt gehenden Achse angeordnete Ringsegmente gebildet ist.
6. Neigungswinkelsensor nach einem der Ansprüche 3, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kontakt (16), die Bodenfläche (14) und die Kugel (12) einen sekundärseitigen Kurzschlußkreis eines Transformators (12, 14, 16, 18, 19) bilden.
7. Neigungswinkelsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichte der aus der Kugel (12), dem mit der Bodenfläche (14) ausgebildeten Bauteil (6) und dem Kontakt (16) bestehenden Baugruppe etwa gleich der einer Dämpfungsflüssigkeit (8) ist, in der das Bauteil innerhalb des Gehäuses (2) schwimmt.

8. Neigungswinkelsensor, insbesondere zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug, enthaltend
  - eine nach oben konkave Bodenfläche (28), die eine auf ihr rollbare Kugel (30) trägt,
 dadurch gekennzeichnet, daß unterhalb der Bodenfläche (28) ein Magnet (26) angeordnet ist, daß die Kugel (30) magnetisch leitendes Material enthält und daß im Abstand von der Kugel wenigstens ein Magnetfeldsensor (34, 36) angeordnet ist.
9. Neigungswinkelsensor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß bezogen auf die Kugel (30) außerhalb des Magnetfeldsensors (34, 36) magnetisch gut leitendes Material (20) angeordnet ist.
10. Neigungswinkelsensor nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Kugel (30) und dem Magnetfeldsensor (34, 36) ein magnetisch schlecht leitendes Material (22) angeordnet ist.
11. Neigungswinkelsensor nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Magnetfeldsensoren (34, 36) mit zueinander senkrechten Vorzugsrichtungen vorgesehen sind.
12. Neigungswinkelsensor nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Kugel (30) mit einer Schicht (32) aus elektrisch gut leitendem Material überzogen ist.
13. Neigungswinkelsensor nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Gehäuse (20) aus magnetisch gut leitendem Material ein Körper (22) aus magnetisch schlecht leitendem Material aufgenommen ist, der innerhalb eines Hohlraums (24) die Kugel (30) enthält.
14. Neigungswinkelsensor, insbesondere zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug, enthaltend eine nach oben konkave Bodenfläche (50), die eine auf ihr rollbare Kugel (52; 66) trägt, eine Lichtquelle (48; 74) zur Beleuchtung der Kugel (52; 66) und einen die Lage der Kugel (52; 66) erfassenden optischen Sensor (54; 70),  
dadurch gekennzeichnet, daß
  - die Lichtquelle (48; 74) zur Beleuchtung der Kugel (52; 66) durch die Bodenfläche (50) hindurch vorgesehen ist, und
  - daß die Kugel aus einem Material mit gegenüber ihrer Umgebung unterschiedlichen optischen Eigenschaften besteht.
15. Neigungswinkelsensor nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere, von der Kugel (30) beabstandete optische Sensoren (54; 70) mit senkrecht zueinander stehenden Vorzugsrichtungen vorgesehen sind.
16. Neigungswinkelsensor nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die optischen Sensoren (70) am Ende von Lichtleiterfasern (68) angeordnet sind.
17. Neigungswinkelsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Kugel (12; 30; 66) innerhalb eines mit Dämpfungsflüssigkeit gefüllten Hohlraums (4; 24; 44; 64) angeordnet ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---





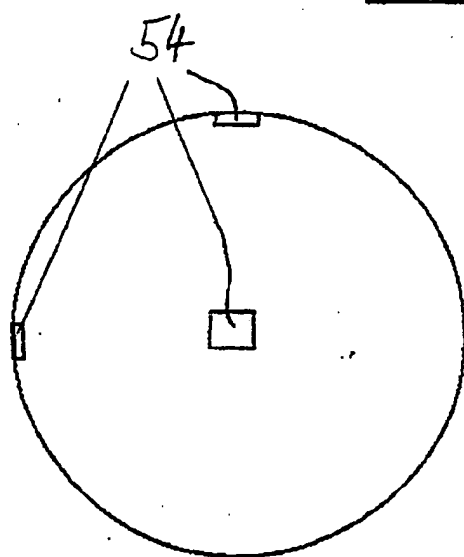
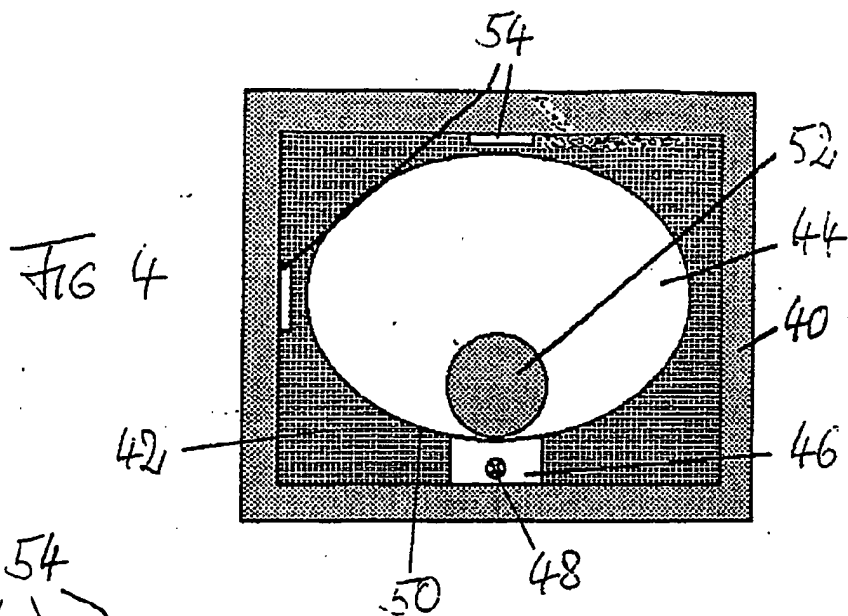


FIG 5

